


ZOOM LENS

Patent number: JP3249614
Publication date: 1991-11-07
Inventor: YAMANASHI TAKANORI
Applicant: OLYMPUS OPTICAL CO LTD
Classification:
- **international:** G02B15/20; G02B13/18
- **european:**
Application number: JP19900045697 19900228
Priority number(s):

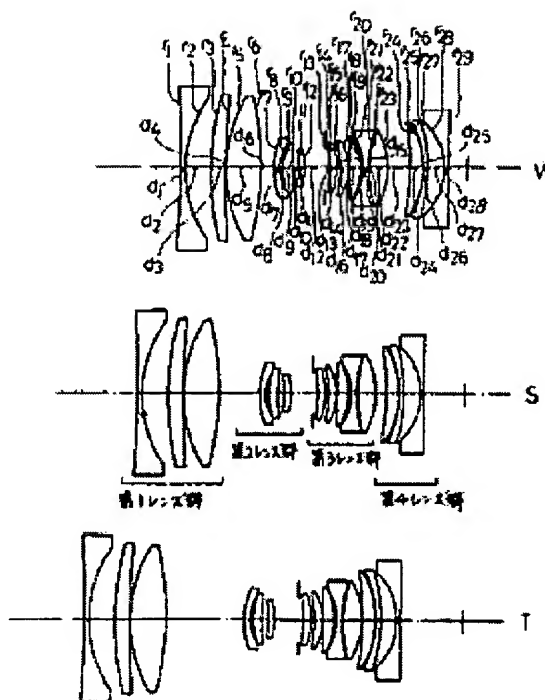
Also published as:

 US5172273 (A1)

Abstract of JP3249614

PURPOSE: To maintain the size reduction of a lens system and to enable short-distance focusing by constituting a telephoto type which has composite refracting power in 1st - 3rd lens groups and large negative refracting power in a 4th lens group.

CONSTITUTION: The zoom lens consists of the 1st lens group with positive refracting power, the 2nd lens group which has positive or negative refracting power, the 3rd lens group which has positive refracting power, and the 4th lens group which has the negative refracting power in order from the object side. Then the power is varied by moving the respective lens groups on the optical axis, and the lens groups except the 1st lens group are moved for focusing. Consequently, the short distance is shortened while the lens system is held small in size.



Data supplied from the esp@cenet database - Patent Abstracts of Japan

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-249614

⑬ Int. Cl.⁵
G 02 B 15/20
13/18

識別記号

庁内整理番号
8106-2K
8106-2K

⑭ 公開 平成3年(1991)11月7日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全17頁)

⑮ 発明の名称 ズームレンズ

⑯ 特 願 平2-45697

⑰ 出 願 平2(1990)2月28日

⑱ 発 明 者 山 梨 隆 則 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス光学工業株式会社内

⑲ 出 願 人 オリンパス光学工業株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

⑳ 代 理 人 弁理士 向 寛 二

明 細 書

1. 発明の名称

ズームレンズ

2. 特許請求の範囲

物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正もしくは負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群とより構成され各レンズ群を光軸上移動させることにより変倍を行ない第1レンズ群以外の少なくとも一つのレンズ群を移動させてフォーカシングを行なうことを特徴とするズームレンズ。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、コンパクトカメラ用ズームレンズで、近距離撮影を可能にしたズームレンズに関するものである。

〔従来の技術〕

近年、カメラの全自動化が進み、多機能でありながらも携帯性を重視したコンパクトカメラ

に、ズームレンズを内蔵して撮像領域を広げることが一般化されている。

この種のカメラに用いるズームレンズは、全長を短くするために望遠タイプの屈折力配置にすることが望ましく、結像面の近くにレンズ系を配置する近軸レイアウトにすることによってレンズ系を小型化することが出来る。

又フォーカシング方法としては、制御が簡単であることから第1レンズ群を移動させて行なうものが一般的である。

しかしズームリング領域に広角系を含むズームレンズは、前玉径が大にならざるを得ないため、第1レンズ群によるフォーカシング方法は、至近距離を短くする上では不利である。その理由は、フォーカシング群の屈折力が小さく、フォーカシング時に入射瞳距離が変化するためである。特に広角端が超広角であるズームレンズは、小型化を維持しようとする、上記のフォーカシング方法では、至近撮影距離を短く出来ない。

又フォーカシング方法として最も像側に位置す

る負の屈折力のレンズ群によってフォーカシングを行なういわゆるリアーフォーカシング方法が米国特許第4701033号にて提案されている。しかしこの特許のズームレンズは、変倍比が小で、変倍比を大にするとフォーカシングがむずかしい。その理由は、例えば広角端で周辺光量を確保するためには径玉径を大きくしなければならず小型化にとって好ましくないからである。

〔発明が解決しようとする課題〕

前述のように、一般に用いられている第1レンズ群をフォーカシング群にする方法は、至近距離を短縮しながら小型化を達成することが困難である。

又インナーフォーカスやリアーフォーカスと呼ばれる第1レンズ群によらない方法も知られている。この方法は、制御機構、ソフトウェア等を含め制御方法が複雑であるが、至近距離の短縮とレンズ系の小型化にとって利点を有している。しかしフォーカシングに光学性能が劣化する欠点を

有している。

本発明は、レンズ系の小型化を維持しかつ短い至近距離のフォーカシングが可能なズームレンズを提供することを目的とするものである。

〔課題を解決するための手段〕

本発明のズームレンズは、上記の目的を達成するために、物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正もしくは負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群とより構成され、各レンズ群を光軸に沿って移動させて変倍を行なうようにしたレンズ系である。又本発明のズームレンズは、上記の構成であって、第1レンズ群以外の少なくとも一つのレンズ群を移動させてフォーカシングを行なうことも特徴としている。ここでフォーカシングのためのレンズ群の移動とは、ズーミングの際に移動するレンズ群の移動のほかレンズ群中の間隔を変化させながらのレンズ群の移動やレンズ群中の間隔の変化のみの場合も含めている。

本発明のズームレンズにおけるフォーカシングについて述べる。

まず前記構成のズームレンズ中の第4レンズ群を移動してのフォーカシングが考えられる。

本発明のズームレンズは、前記のような構成で、基本構成として第1レンズ群から第3レンズ群までの合成の屈折力が正で、第4レンズ群が強い負の屈折力を有しているいわゆる望遠タイプを構成するレンズ系である。

このようなレンズ系の第1レンズ群から第3レンズ群までの合成の屈折力 $P_{1,2,3}$ および全系の屈折力 P は夫々式(i)、(ii)のように表わされる。

$$P_{1,2,3} = P_1(1 - e_1' \cdot P_2) + (1 - e_1' \cdot P_1)(P_2 + P_3 - e_2' \cdot P_3 \cdot P_2) > 0 \quad (i)$$

$$P = P_{1,2,3} + P_4 - e_3' \cdot P_{1,2,3} \cdot P_4 \quad (P_4 < 0) \quad (ii)$$

ただし P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 は夫々第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群の屈折力、 e_1' は第1レンズ群と第2レンズ群の間隔、 e_2' は第2レンズ群と第3レンズ群の間隔、 e_3' は第1、2、3レンズ群と第4レンズ群との主点間

隔である。

このタイプのズームレンズは、ズーミング時の各レンズ群の基本的な移動状態は、第28図に示す通りである。即ち、広角端から望遠端への変倍において、広角端を基準位置と考えると各レンズ群は物体側へ移動する。この移動は、変倍と収差補正とのバランスによって決定される。このような構成のズームレンズでは、変倍に大きく寄与するレンズ群は、負の屈折力の第4レンズ群で、その望遠端での結像倍率は、第2レンズ群、第3レンズ群よりも大きくなっている。つまり次の(iii)に示す関係を有している。

$$\beta_{2,r} > |\beta_{3,r}| \text{ かつ } \beta_{4,r} > |\beta_{3,r}| \quad (iii)$$

ここで $\beta_{2,r}$ 、 $\beta_{3,r}$ 、 $\beta_{4,r}$ は夫々望遠端における第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群が負担する倍率である。

フォーカシングのための移動量が少ない場合には、像面に作用する縦倍率が小さい程制御が容易である。そのため第4レンズ群によりフォーカシングを行なう場合、前記のように第4レンズ群の

倍率が高いので、特に望遠側では、適切なフォーカシング移動量をもって位置決めするには高い精度での移動が要求される。そのために第4レンズ群によりフォーカシングを行なう場合には、低倍率のズームレンズつまり広角端での画角が超広角であるようなズームレンズに適している。

又、本発明においては、フォーカシングのために移動させるレンズ群の選定にあたって近軸解のみではなく、厚肉レンズ系におけるレンズ群の変化による収差の変動を考慮している。例えば後に示す実施例1の収差係数表および収差補正係数表により、レンズ群としての収差残存量の小さいこと、収差係数の変化量が小さいこと、フォーカシング時に収差の変動が小さいことを考慮してフォーカシングのために変化させる間隔（フォーカシングのためのレンズ群）を選定している。

以上のように、ズームレンズにおけるフォーカシングのため変化させる間隔は各レンズ群間の間隔でも、レンズ群中の各レンズ間の間隔でもよく、フォーカシング時に間隔が変化した時に相互

に諸収差の均衡を保つかもしくは諸収差の変動が互いに打消し合う特性を有することが必要である。

本発明のズームレンズにおけるフォーカシングは、前述の第4レンズ群による方法のほか、第1レンズ群以外のレンズ群による他の方法でもよく、例えば第2レンズ群と第3レンズ群を一体として移動させてフォーカシングを行なう方法がある。

本発明のズームレンズは、広角端から望遠端へのズーミング時に第2レンズ群と第3レンズ群の位置関係が相互に変化するのでそれらの合成焦点距離は変化する。ここで広角端および望遠端における第2レンズ群、第3レンズ群の合成の屈折力を夫々 P_{23w} 、 P_{23r} とすると次の式(IV)、(V)で表わされる。

$$\left. \begin{aligned} P_{23w} &= P_2 + P_3 - e_{23w}' \cdot P_2 \cdot P_3 \\ P_{23r} &= P_2 + P_3 - e_{23r}' \cdot P_2 \cdot P_3 \end{aligned} \right\} \quad (IV)$$

$$P_{23w} \neq P_{23r} \quad (V)$$

ただし e_{23w}' は広角端における第2レンズ群と

第3レンズ群の群間隔、 e_{23r}' は望遠端における第2レンズ群と第3レンズ群の群間隔である。

つまり本発明のズームレンズで第2レンズ群と第3レンズ群とを一体に移動させてフォーカシングを行なう方法では、フォーカシングレンズ群の焦点距離が一定ではない。

このフォーカシングレンズ群が移動する時に像面に対して作用する感度つまり像面移動は、基本的には次の式(III)で示されるフォーカシング群の縦倍率が関係する。

$$\gamma_{23} = \gamma_4 - \gamma_{234} \quad (\gamma_4 > \gamma_{234}) \quad (III)$$

$$\text{ただし } \gamma_4 = \beta_4^2, \quad \gamma_{234} = (\beta_{234})^2$$

上記式で γ_{23} は第2、第3レンズ群の合成の縦倍率、 γ_4 は第4レンズ群の縦倍率、 γ_{234} は第2、3、4レンズ群の縦倍率、 β_4 は第4レンズ群の横倍率、 β_{234} は第2、3、4レンズ群の横倍率である。

又上記の式(III)から本発明のズームレンズにおいて第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群を一体に移動させてフォーカシングを行なう時

は、第4レンズ群のみを移動させてフォーカシングを行なう場合に比べて感度が低くなる。

以上のことから本発明のズームレンズは、一般的には、高倍率の場合、 γ_4 があまり大きくない方が望ましい。

またフォーカシング時の光学性能の変化を考えると、第1レンズ群と第2レンズ群の間の収差補正係数と第3レンズ群と第4レンズ群の間の収差補正係数を比較して球面収差もしくは非点収差の方向性が同じであって、互いに打ち消し合って収差変動を抑制する作用をもつことが望ましい。

第2レンズ群と第3レンズ群とを一体に移動させて或いは第2レンズ群又は第3レンズ群を移動させてフォーカシングを行なう方法では、これらの群内に開口絞りがある位置することもあるので球面収差、非点収差の変化が少なく、又これらレンズ群の合成焦点距離が短いためフォーカシングのための移動量が少なくすみ、制御上は高い精度が要求されるが適応性がよい。

[実施例]

次に本発明のズームレンズの各実施例を示す。

実施例 1

$$f = 21.585 \sim 32.85, F/4.5 \sim F/5.85$$

$$2\omega =$$

$$r_1 = -339.7273$$

$$d_1 = 1.4000 \quad n_1 = 1.85026 \quad \nu_1 = 32.28$$

$$r_2 = 34.8367$$

$$d_2 = 6.7792$$

$$r_3 = 83.7098$$

$$d_3 = 4.0250 \quad n_2 = 1.60300 \quad \nu_2 = 65.48$$

$$r_4 = 327.4126$$

$$d_4 = 0.1000$$

$$r_5 = 39.1459$$

$$d_5 = 9.3653 \quad n_3 = 1.57444 \quad \nu_3 = 56.47$$

$$r_6 = -79.0262$$

$$d_6 = 0_1 \text{ (可変)}$$

$$r_7 = 22.6291$$

$$d_7 = 1.4000 \quad n_4 = 1.75700 \quad \nu_4 = 47.87$$

$$r_8 = 9.9510$$

$$d_8 = 1.0019$$

$$r_{10} = -17.7338$$

$$d_{10} = 0.8830$$

$$r_{20} = -13.4699$$

$$d_{20} = 1.2500 \quad n_{10} = 1.69895 \quad \nu_{10} = 30.12$$

$$r_{21} = 32.3737$$

$$d_{21} = 0.3540$$

$$r_{22} = 35.1267$$

$$d_{22} = 5.0500 \quad n_{11} = 1.60300 \quad \nu_{11} = 65.48$$

$$r_{23} = -19.6850$$

$$d_{23} = D_3 \text{ (可変)}$$

$$r_{24} = -71.1125$$

$$d_{24} = 3.5500 \quad n_{12} = 1.84666 \quad \nu_{12} = 23.78$$

$$r_{25} = -22.7892$$

$$d_{25} = 0.1500$$

$$r_{26} = -25.2759$$

$$d_{26} = 1.1400 \quad n_{13} = 1.84666 \quad \nu_{13} = 23.88$$

$$r_{27} = -44.0253$$

$$d_{27} = 4.3383$$

$$r_{28} = -15.2523 \text{ (非球面)}$$

$$d_{28} = 1.1000 \quad n_{14} = 1.83481 \quad \nu_{14} = 42.72$$

$$r_9 = 17.5753$$

$$d_9 = 2.5000 \quad n_5 = 1.80518 \quad \nu_5 = 25.43$$

$$r_{10} = 65.8266$$

$$d_{10} = 1.6440$$

$$r_{11} = -26.4053$$

$$d_{11} = 1.7000 \quad n_6 = 1.69680 \quad \nu_6 = 56.49$$

$$r_{12} = -26.1199$$

$$d_{12} = 1.1000$$

$$r_{13} = \infty \text{ (絞り)}$$

$$d_{13} = D_2 \text{ (可変)}$$

$$r_{14} = -46.6740$$

$$d_{14} = 2.1800 \quad n_7 = 1.60300 \quad \nu_7 = 65.48$$

$$r_{15} = -20.1338$$

$$d_{15} = 0.8500$$

$$r_{16} = -27.5313 \text{ (非球面)}$$

$$d_{16} = 2.2500 \quad n_8 = 1.48749 \quad \nu_8 = 70.20$$

$$r_{17} = -13.5722$$

$$d_{17} = 0.2000$$

$$r_{18} = -161.1158$$

$$d_{18} = 3.0500 \quad n_9 = 1.73400 \quad \nu_9 = 51.49$$

$$r_{29} = 2407.1072$$

非球面係数

(第16面)

$$A_1 = 0.41714 \times 10^{-6}, A_2 = 0.42167 \times 10^{-7}$$

$$A_3 = 0.92130 \times 10^{-8}, A_{10} = 0.17517 \times 10^{-10}$$

(第28面)

$$A_1 = 0.25829 \times 10^{-4}, A_2 = 0.12129 \times 10^{-6}$$

$$A_3 = -0.33129 \times 10^{-8}, A_{10} = 0.24481 \times 10^{-11}$$

f	W	S	T
D ₁	3.651	11.131	20.671
D ₂	5.603	6.151	6.609
D ₃	5.820	2.538	0.100

実施例 2

$$f = 28.65 \sim 102, F/4.65 \sim F/7.64$$

$$2\omega =$$

$$r_1 = 277.3145$$

$$d_1 = 1.4500 \quad n_1 = 1.83400 \quad \nu_1 = 37.16$$

$$r_2 = 33.6428 \text{ (非球面)}$$

$$d_2 = 8.6861$$

$$r_3 = 1318.5041$$

時間平3-249614(5)

$d_s = 5.8000$ $n_s = 1.67000$ $\nu_s = 57.33$
 $r_s = -160.9367$
 $d_{1s} = 3.0740$
 $r_{1s} = 50.6574$
 $d_s = 8.0469$ $n_s = 1.60300$ $\nu_s = 65.48$
 $r_s = -51.2298$
 $d_s = D_s$ (可変)
 $r_s = -30.7906$
 $d_s = 1.4500$ $n_s = 1.83481$ $\nu_s = 42.72$
 $r_s = 24.0710$
 $d_s = 0.7678$
 $r_s = 31.9068$
 $d_s = 4.2500$ $n_s = 1.80518$ $\nu_s = 25.43$
 $r_{1s} = -60.1435$
 $d_{1s} = 1.4107$
 $r_{1s} = -52.3708$ (非球面)
 $d_{1s} = 1.7000$ $n_s = 1.83481$ $\nu_s = 42.72$
 $r_{1s} = -50.6366$
 $d_{1s} = 3.4578$
 $r_{1s} = -1960.4425$

$d_{1s} = 0.8112$
 $r_{1s} = -754.7782$
 $d_{1s} = 4.0000$ $n_{1s} = 1.61700$ $\nu_{1s} = 62.79$
 $r_{1s} = -21.2998$
 $d_{1s} = D_s$ (可変)
 $r_{1s} = -47.1603$
 $d_{1s} = 3.5500$ $n_{1s} = 1.84666$ $\nu_{1s} = 23.78$
 $r_{1s} = -22.9476$
 $d_{1s} = 1.3024$
 $r_{1s} = -19.6796$ (非球面)
 $d_{1s} = 0.8500$ $n_{1s} = 1.72600$ $\nu_{1s} = 53.56$
 $r_{1s} = 38.2560$

非球面係数

(第2面)

$A_s = 0.80884 \times 10^{-6}$ $A_{1s} = 0.39895 \times 10^{-6}$
 $A_s = 0.63256 \times 10^{-11}$ $A_{1s} = -0.14867 \times 10^{-11}$

(第11面)

$A_s = -0.57668 \times 10^{-6}$ $A_{1s} = 0.62593 \times 10^{-6}$
 $A_s = 0.73608 \times 10^{-11}$ $A_{1s} = -0.30724 \times 10^{-11}$

(第28面)

$d_{1s} = 2.2000$ $n_s = 1.69680$ $\nu_s = 56.49$
 $r_{1s} = -49.4049$
 $d_{1s} = 1.1000$
 $r_{1s} = \infty$ (絞り)
 $d_{1s} = D_s$ (可変)
 $r_{1s} = -163.9331$
 $d_{1s} = 1.2500$ $n_s = 1.83400$ $\nu_s = 37.16$
 $r_{1s} = 27.1270$
 $d_{1s} = 0.2015$
 $r_{1s} = 28.3458$
 $d_{1s} = 4.8500$ $n_s = 1.51728$ $\nu_s = 69.56$
 $r_{1s} = -19.4610$
 $d_{1s} = 0.2151$
 $r_{1s} = 237.0372$
 $d_{1s} = 3.2500$ $n_{1s} = 1.69942$ $\nu_{1s} = 45.25$
 $r_{1s} = -38.0706$
 $d_{1s} = 1.3243$
 $r_{1s} = -18.4688$
 $d_{1s} = 1.2500$ $n_{1s} = 1.78380$ $\nu_{1s} = 26.12$
 $r_{1s} = -68.7715$

$A_s = 0.97270 \times 10^{-6}$ $A_{1s} = -0.40654 \times 10^{-6}$
 $A_s = -0.32428 \times 10^{-11}$ $A_{1s} = -0.21138 \times 10^{-11}$

	f	W	S	T
D_1	3.115	10.595	20.135	
D_2	8.133	7.084	4.946	
D_3	14.660	5.645	0.005	

実施例3

$f = 24.8 \sim 78$, $F/4.6 \sim F/7.6$

$2\omega =$

$r_1 = 83.6960$

$d_1 = 1.8500$ $n_1 = 1.83400$ $\nu_1 = 37.16$

$r_2 = 24.9700$ (非球面)

$d_2 = 7.6270$

$r_3 = 7327.9700$

$d_3 = 4.4520$ $n_3 = 1.59270$ $\nu_3 = 35.29$

$r_4 = -81.9800$

$d_4 = 14.0330$

$r_5 = 72.0000$

$d_5 = 5.8500$ $n_5 = 1.60300$ $\nu_5 = 65.48$

$r_6 = -42.8520$

$d_s = 0$, (可変)

$r_{1r} = -29.2728$

$d_{1r} = 1.4500 \quad n_{1r} = 1.83481 \quad \nu_{1r} = 42.72$

$r_{1s} = 18.5660$

$d_{1s} = 0.5394$

$r_{1o} = 21.8550$

$d_{1o} = 4.2500 \quad n_{1o} = 1.80518 \quad \nu_{1o} = 25.43$

$r_{1e} = -88.3670$

$d_{1e} = 0.9460$

$r_{1i} = -76.8780$

$d_{1i} = 1.7000 \quad n_{1i} = 1.83481 \quad \nu_{1i} = 42.72$

$r_{1z} = 559.7850$

$d_{1z} = 3.3558$

$r_{1s} = 47.7630$

$d_{1s} = 2.2000 \quad n_{1r} = 1.65128 \quad \nu_{1r} = 38.25$

$r_{1e} = -38.0844$ (非球面)

$d_{1e} = 0.3630$

$r_{1s} = \infty$ (絞り)

$d_{1s} = 0_s$ (可変)

$r_{1e} = -70.0460$

$d_{1s} = 1.2500 \quad n_{1s} = 1.83400 \quad \nu_{1s} = 37.16$

$r_{1r} = 23.8790$

$d_{1r} = 4.8500 \quad n_{1r} = 1.50743 \quad \nu_{1r} = 75.95$

$r_{1s} = -20.6750$

$d_{1s} = 0.1000$

$r_{1e} = -1305.7900$

$d_{1e} = 3.2500 \quad n_{1e} = 1.81554 \quad \nu_{1e} = 44.36$

$r_{1o} = -25.3720$

$d_{1o} = 0.9606$

$r_{1i} = -17.1230$

$d_{1i} = 1.2500 \quad n_{1i} = 1.78470 \quad \nu_{1i} = 26.22$

$r_{1z} = -127.0630$

$d_{1z} = 0.1000$

$r_{1s} = 205.7550$

$d_{1s} = 5.5000 \quad n_{1z} = 1.60300 \quad \nu_{1z} = 65.48$

$r_{1e} = -20.9360$

$d_{1e} = 0_s$ (可変)

$r_{1s} = -66.8130$

$d_{1s} = 4.1500 \quad n_{1s} = 1.84666 \quad \nu_{1s} = 23.78$

$r_{1e} = -25.6190$

$d_{1e} = 1.8096$

$r_{1r} = -21.4414$ (非球面)

$d_{1r} = 1.8500 \quad n_{1r} = 1.81554 \quad \nu_{1r} = 44.36$

$r_{1s} = 23.5730$

$d_{1s} = 3.2500 \quad n_{1s} = 1.80207 \quad \nu_{1s} = 30.20$

$r_{1e} = 45.1600$

非球面係数

(第2面)

$A_s = -0.33861 \times 10^{-8}, A_e = -0.14340 \times 10^{-8}$

$A_o = -0.18720 \times 10^{-11}, A_{1o} = -0.10144 \times 10^{-11}$

(第14面)

$A_s = 0.33955 \times 10^{-8}, A_e = 0.10323 \times 10^{-7}$

$A_o = -0.14099 \times 10^{-8}, A_{1o} = 0.11055 \times 10^{-10}$

(第27面)

$A_s = 0.63950 \times 10^{-8}, A_e = 0.39890 \times 10^{-7}$

$A_o = 0.26623 \times 10^{-8}, A_{1o} = -0.71277 \times 10^{-11}$

f	W	S	T
D ₁	0.980	8.460	18.000
D _s	7.172	4.527	0.353
D _e	14.898	6.006	0.738

表 - 1

(a) 広角端	SA3	CMA3	AST3	DIS3	PTZ3
k					
1	0.00000	-0.00008	0.00405	-1.56414	0.00672
2	0.00247	-0.00147	0.00010	-0.01301	0.06550
3	-0.00120	-0.01143	-0.01210	-0.10922	-0.02231
4	0.00030	0.00815	0.02447	0.27188	0.00570
5	-0.00200	-0.01125	-0.00704	-0.10007	-0.04628
6	-0.00014	0.00738	-0.04280	1.14393	-0.02292
7	-0.00075	-0.01136	-0.01913	-0.57440	-0.09453
8	0.05504	0.07298	0.01075	0.09977	0.21498
9	-0.02229	-0.10255	-0.05242	-0.27362	-0.12601
10	0.00008	0.00372	0.01980	0.85205	0.03364
11	0.00075	-0.01811	0.04846	-1.00901	0.07722
12	-0.00099	0.02102	-0.04974	0.90732	-0.07806
13	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
14	0.00017	-0.00537	0.01920	-0.63486	0.04002
15	-0.00779	0.04562	-0.02968	0.23897	-0.09277
16	0.00497	-0.02420	0.03424	-0.23662	0.05910
17	-0.03177	-0.00471	-0.00008	-0.00593	-0.11989
18	0.00326	-0.03682	0.04616	-0.22261	0.01304
19	-0.06269	-0.13376	-0.03171	-0.10684	-0.11852
20	0.07295	0.22913	0.07997	0.24251	0.15165
21	0.00007	0.00369	0.02235	1.55057	0.06310
22	-0.00004	-0.00269	-0.01793	-1.42296	-0.05317
23	-0.01567	-0.04565	-0.01477	-0.10646	-0.09488
24	0.00362	-0.01000	0.00307	-0.03230	0.03201
25	-0.00853	-0.07536	-0.07401	-0.51237	-0.09989
26	0.00777	0.06423	0.05902	0.41096	0.09006
27	-0.00391	-0.01155	-0.00379	-0.05464	-0.05171
28	0.00228	0.02920	0.03165	0.51721	0.14811
29	-0.00050	0.01356	-0.04103	0.36379	0.00094
TOTAL	-0.00455	-0.00768	0.00705	-0.38012	-0.01915

表 - 2

(b) 望遠端

k	SA3	CMA3	AST3	DIS3	PTZ3
1	0.00000	-0.00011	0.00321	-0.68644	0.00494
2	0.00583	-0.05513	0.05796	-0.33484	0.04820
3	-0.00283	0.01078	-0.00456	0.02664	-0.01642
4	0.00071	0.00424	0.00282	0.01397	0.00420
5	-0.00471	0.02819	-0.01874	0.10531	-0.03406
6	-0.00033	0.01275	-0.05429	0.90861	-0.01687
7	-0.00112	-0.01167	-0.01349	-0.28813	-0.06957
8	0.08740	0.07884	0.00790	0.04995	0.15820
9	-0.03515	-0.11024	-0.03842	-0.13711	-0.09273
10	0.00011	0.00360	0.01342	0.42701	0.02476
11	0.00129	-0.02078	0.03721	-0.50529	0.05682
12	-0.00188	0.02393	-0.03796	0.45411	-0.05745
13	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
14	0.00029	-0.00611	0.01418	-0.30399	0.02945
15	-0.01256	0.04313	-0.01646	0.09697	-0.06827
16	0.00799	-0.02245	0.02242	-0.09764	0.04349
17	-0.05041	-0.03204	-0.00226	-0.01917	-0.08823
18	0.00529	-0.03744	0.02948	-0.09228	0.00960
19	-0.09885	-0.19654	-0.04342	-0.08658	-0.08722
20	0.11476	0.30709	0.09131	0.18099	0.11180
21	0.00008	0.00327	0.01413	0.78584	0.04643
22	-0.00005	-0.00230	-0.01101	-0.71938	-0.03913
23	-0.02462	-0.06204	-0.01737	-0.07324	-0.06982
24	0.01001	-0.01545	0.00265	-0.01349	0.02356
25	-0.03782	-0.16694	-0.08186	-0.22857	-0.07351
26	0.03406	0.14164	0.06545	0.18260	0.06628
27	-0.01456	-0.02337	-0.00417	-0.02259	-0.03805
28	0.01464	0.08096	0.02915	0.09926	0.10900
29	-0.00069	0.01591	-0.04079	0.30838	0.00069
TOTAL	-0.01662	-0.04671	0.03654	0.17452	-0.07964

(a) 広角端

d	Δf	ΔBf	ΔSA	ΔM
1	-0.00002	-0.00029	0.00000	0.00001
2	-0.00339	-0.00641	-0.00001	-0.00090
3	-0.00099	-0.00253	-0.00001	0.00023
4	-0.00199	-0.00467	-0.00001	-0.00021
5	-0.00002	-0.00030	0.00000	0.00099
6	-0.00020	0.00098	0.00001	0.00077
7	-0.00597	-0.00010	0.00006	0.00243
8	-0.00855	-0.01497	-0.00130	-0.00259
9	-0.00047	0.00090	0.00018	0.00308
10	-0.00001	-0.00024	-0.00006	0.00505
11	-0.00305	-0.00644	-0.00047	0.00395
12	0.00000	-0.00001	-0.00002	0.00445
13	0.00000	-0.00001	-0.00002	0.00391
14	-0.00076	-0.00266	-0.00027	0.00336
15	-0.00222	0.00097	0.00036	0.00072
16	0.00000	-0.00004	-0.00002	0.00282
17	-0.00928	-0.00442	0.00002	0.00335
18	-0.00408	-0.00145	0.00003	0.00280
19	-0.03571	-0.03274	-0.00213	0.00248
20	-0.00258	-0.00005	0.00017	-0.00049
21	-0.00026	0.00113	0.00007	-0.00747
22	-0.00194	0.00045	0.00016	-0.00090
23	-0.01470	-0.01098	0.00004	0.00266
24	-0.00588	-0.00320	0.00005	0.00144
25	-0.02248	-0.02376	-0.00020	-0.00273
26	-0.00649	-0.00400	0.00004	0.00144
27	-0.01727	-0.01563	-0.00004	0.00194
28	-0.00547	-0.00004	0.00001	0.00197

(b) 望遠端

d	Δf	ΔBf	ΔSA	ΔM
1	-0.00004	-0.00045	0.00000	0.00000
2	-0.00784	-0.00924	-0.00006	-0.00600
3	-0.00228	-0.00370	-0.00002	-0.00109
4	-0.00462	-0.00681	-0.00004	-0.00283
5	-0.00005	-0.00045	0.00000	0.00077
6	-0.00045	0.00152	0.00000	-0.00018
7	-0.01176	-0.00265	-0.00001	0.00107
8	-0.01589	-0.02550	-0.00316	-0.00581
9	-0.00099	0.00121	0.00043	0.00306
10	0.00000	-0.00018	-0.00011	0.00491
11	-0.00560	-0.01065	-0.00112	0.00360
12	0.00000	0.00014	-0.00003	0.00427
13	0.00000	0.00014	-0.00003	0.00373
14	-0.00133	-0.00412	-0.00063	0.00329
15	-0.00444	0.00044	0.00081	0.00013
16	0.00000	0.00005	-0.00003	0.00251
17	-0.01798	-0.01091	-0.00022	0.00298
18	-0.00794	-0.00406	-0.00006	0.00293
19	-0.06818	-0.06514	-0.00606	-0.00323
20	-0.00507	-0.00128	0.00034	-0.00092
21	-0.00059	0.00171	0.00017	-0.00653
22	-0.00386	-0.00023	0.00031	-0.00128
23	-0.02823	-0.02317	-0.00028	0.00201
24	-0.00965	-0.00623	0.00002	0.00133
25	-0.05372	-0.05590	-0.00219	-0.00528
26	-0.01128	-0.00803	-0.00009	0.00140
27	-0.03718	-0.03489	-0.00086	0.00109
28	-0.00551	-0.00006	0.00001	0.00105

ただし r_1, r_2, \dots はレンズ各面の曲率半径、
 d_1, d_2, \dots は各レンズの肉厚およびレンズ間隔、
 n_1, n_2, \dots は各レンズの屈折率、 ν_1, ν_2, \dots は各
 レンズのアッペ数である。

これら実施例のうち、実施例1の3次の収差係
 数を示すと次の表1の(a)広角端、表1の(b)望
 遠端に示す通りである。これら表でSA3, CM
 A3, AST3, DIS3, PTZ3は夫々3次
 の球面収差係数、3次のコマ収差係数、3次の非
 点収差係数、ベッツバール和である。又Kは面番
 号である。

又表2の(a)広角端、表2の(b)望遠端は実施
 例1の補正係数を示すもので、いずれもd列に示
 す番号の面間隔を変化させ0.01mmだけプラスした
 時の全系における変化量で、 Δf は焦点距離の変化
 量、 ΔBf はバックフォーカスの変化量、 ΔSA は輪帯
 球面収差の変化量、 ΔM は非点収差(メリディオナ
 ル像面)の変化量を示している。

実施例1のズームレンズは、第1図に示すレン
 ズ構成で第1レンズ群が大きくかつ超広角(2 ω

$= 90^\circ$) を越える面角を含み従来の第1レンズ群によるフォーカシングは実用的でない。また第4レンズ群によるリアフォーカシングは、レンズ群を繰下げることになり射出瞳位置が像面に近いので外径が大になり効果的なフォーカシング方法とは云えない。この実施例では第2レンズ群と第3レンズ群を一体にして移動させるフォーカシングが最も効果的である。この実施例の無限遠並びに第2、第3レンズ群により物体距離2mおよび0.5mに夫々フォーカシングした時の球面収差、非点収差は、広角端W、中間焦点距離S、望遠端Tにおいて夫々第4図、第5図、第6図に示す通りである。同様倍率の色収差、歪曲収差は第7図、第8図、第9図に示す通りである。

前記の表2a、2bからわかるように d_s と $d_{s'}$ では球面収差の変動が極めて小さく安定している。この実施例は、0.5mの物体へのフォーカシングが可能で、望遠端付近の非点収差と倍率色収差とはやや補正過剰に変動しているが両者共に同

19図乃至第21図は同じく倍率色収差と歪曲収差である。これら収差曲線図から明らかなようにこの実施例のズームレンズは、第2、第3レンズ群を一体に動かしてのフォーカシング、第4レンズ群を動かしてのフォーカシングのいずれも変動が少なく実用上十分な性能である。つまり望遠端付近でのメリディオナル像面が補正過剰きみである点を除けば極めて安定した光学性能である。

実施例3は、広角端が超広角である $2\omega = 82^\circ$ を越え又望遠端が $2\omega = 31^\circ$ で使用頻度の高い望遠域を含むもので、変倍比は3.2程度である。この実施例のズームレンズにおいて第2、第3レンズ群を一体に移動させて至近距離2.0mと1.0mにフォーカシングした時の収差状況は第22図乃至第24図(球面収差、非点収差)、第25図乃至第27図(倍率の色収差、歪曲収差)に示す通りである。これらの図から明らかなようにこの実施例も良好な像性能でしかもフォーカシング時の収差変動の少ないレンズ系である。

以上の各実施例のフォーカシング時の移動量そ

一方向に変動しているので問題が少ない。またこの種のズームレンズとしては0.5mの至近距離は十分短い距離である。また歪曲収差の変動も少なく安定している。

実施例2は、広角端が $2\omega = 74^\circ$ 以上から望遠端が $2\omega = 23.9^\circ$ と変倍比が3.6倍に及ぶ広角系ズームレンズである。このズームレンズは、至近撮影距離が1mで、この実施例の収差状況は第10図乃至第21図に示してある。第10図乃至第15図は第2レンズ群と第3レンズ群とを一体に移動させてフォーカシングした時のもので、第16図乃至第21図は第4レンズ群をフォーカシングレンズ群とした時のものである。即ち第10図乃至第12図夫々第2、第3レンズ群により1mにフォーカシングした時の広角端、中間焦点距離、望遠端における球面収差、非点収差、第13図乃至第15図は同じく倍率色収差と歪曲収差である。又第16図乃至第18図は夫々第4レンズ群によりフォーカシングした時の広角端、中間焦点距離、望遠端における球面収差、非点収差、第

の他の値を次に示す。

実施例1

0.5mの時の第2、3レンズ群の移動量

広角端W 0.343

中間焦点距離S 0.373

望遠端T 0.419

$P_{sww} = 0.056$, $P_{sww'} = 0.051$

$P_s = -0.042$, $P_{sww} = 0.04534$

$P_{sww'} = 0.04558$, $\gamma_{sww'} = 2.778$

$\gamma_{sww} = 2.823$, $\gamma_{sww'} = 0.045$

実施例2

1.0mの時の第2、3レンズ群の移動量

広角端W 0.498

中間焦点距離S 0.607

望遠端T 0.822

1.0mの時の第4レンズ群の移動量

広角端W 0.949

中間焦点距離S 0.659

望遠端T 0.769

$P_{sww} = 0.049$, $P_{sww'} = 0.0403$

$$\begin{aligned} \varphi_4 &= -0.0363, \quad \varphi_{23W} = 0.03929 \\ \varphi_{23T} &= 0.03917, \quad \gamma_{23T} = 16.72 \\ \gamma_{4T} &= 16.86, \quad \gamma_{234T} = 0.141 \end{aligned}$$

実施例 3

1.0 m の時の第 2、3 レンズ群の移動量

広角端 W 0.389

中間焦点距離 S 0.471

望遠端 T 0.613

$$\varphi_{123W} = 0.056, \quad \varphi_{123T} = 0.047$$

$$\varphi_4 = -0.035, \quad \varphi_{23W} = 0.03885$$

$$\varphi_{23T} = 0.03926, \quad \gamma_{23T} = 11.361$$

$$\gamma_{4T} = 13.346, \quad \gamma_{234T} = 1.9849$$

これら実施例で用いる非球面形状は、光軸方向を x 軸、x 軸と垂直な方向を y 軸にとると次の式で表わされる。

$$x = \frac{y^2/r}{1 + \sqrt{1 - (y/r)^2}} + \sum A_{2i} y^{2i}$$

ただし r は非球面の光軸近傍での曲率半径、

 A_{2i} は非球面係数である。

[発明の効果]

本発明のズームレンズは、広角系を含むレンズ系でこれまで困難とされていた至近距離の短縮をレンズ系の小型化を維持したまま達成したもので、しかもフォーカシングの際の収差変動の少ない高性能なレンズ系である。

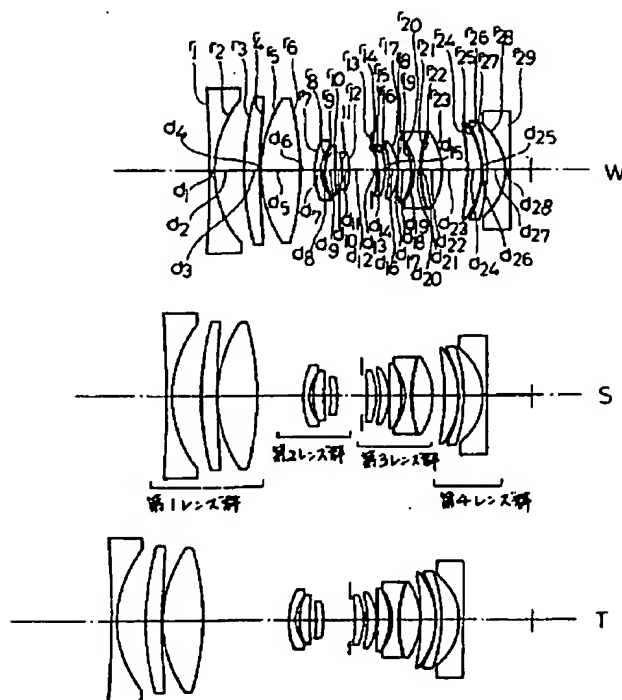
4. 図面の簡単な説明

第 1 図乃至第 3 図は夫々本発明のズームレンズの実施例 1 乃至実施例 3 の断面図、第 4 図乃至第 7 図は実施例 1 の収差曲線図、第 10 図乃至第 21 図は実施例 2 の収差曲線図、第 22 図乃至第 27 図は実施例 3 の収差曲線図、第 28 図は本発明のズームレンズのズーミング時の各レンズ群の移動軌跡を示す図である。

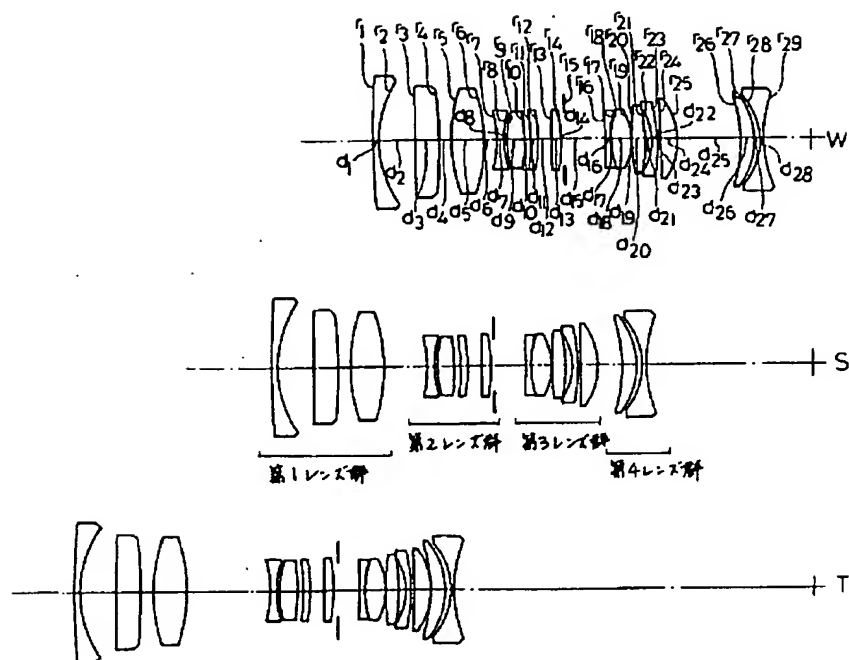
出願人 オリンパス光学工業株式会社

代理人 向 寛 二

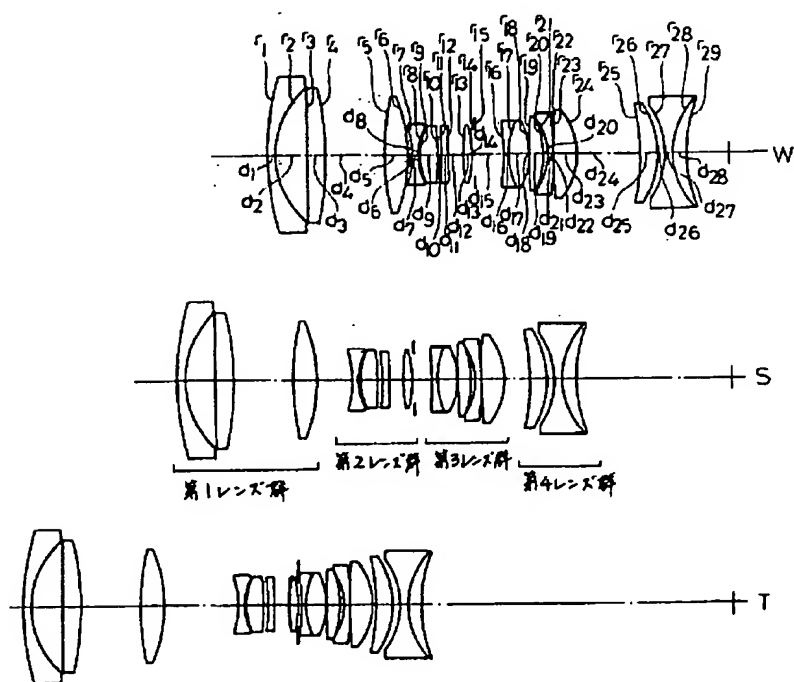
第 1 図



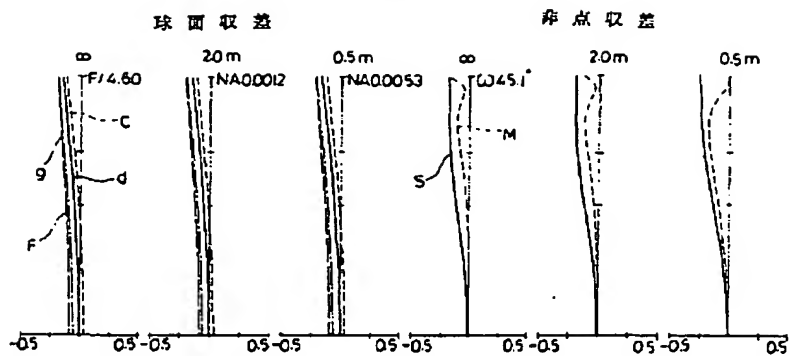
第 2 図



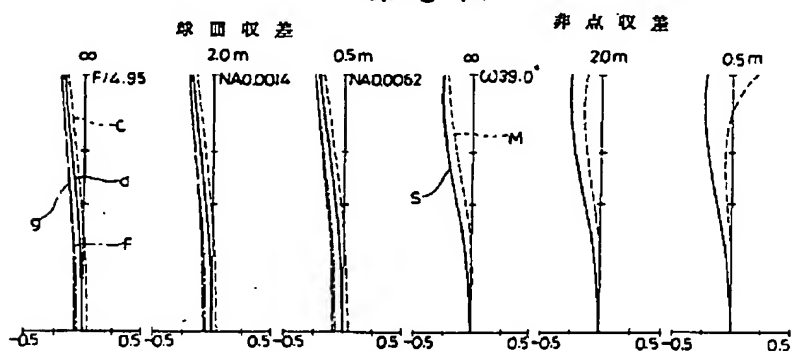
第 3 図



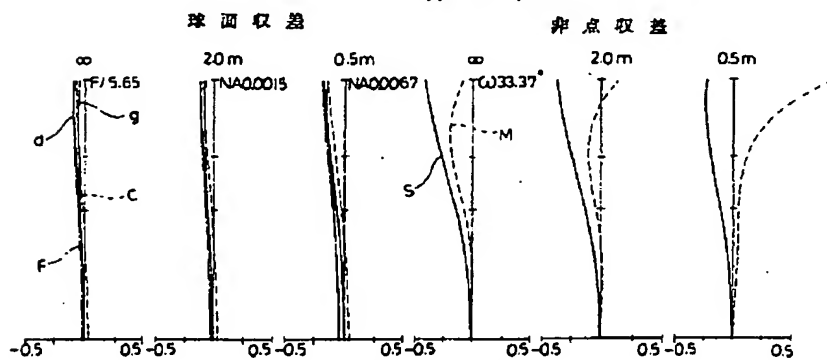
第 4 図



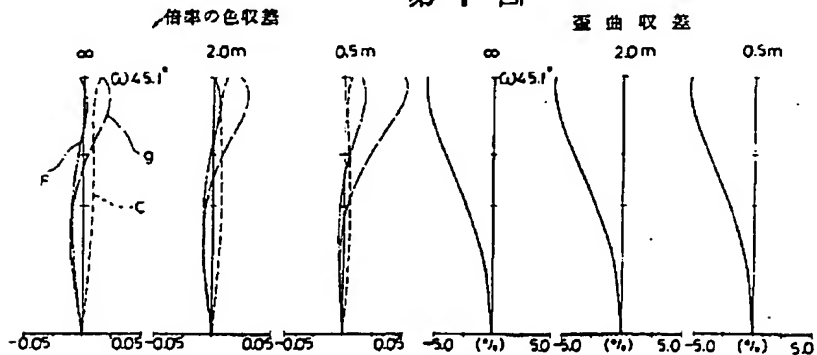
第 5 図



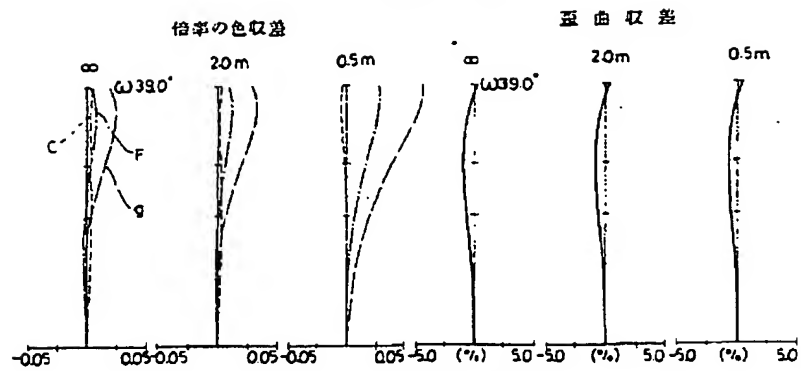
第 6 図



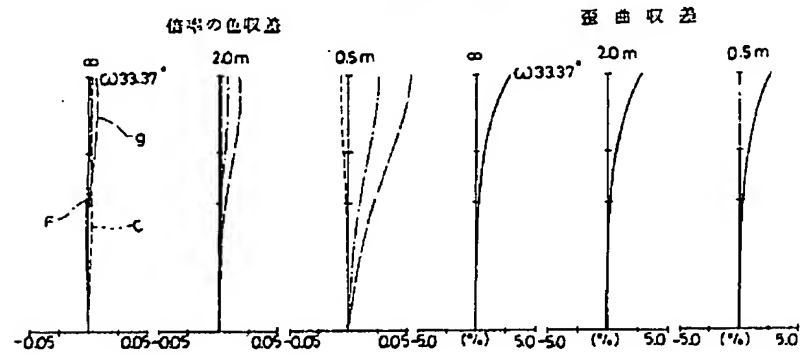
第 7 図



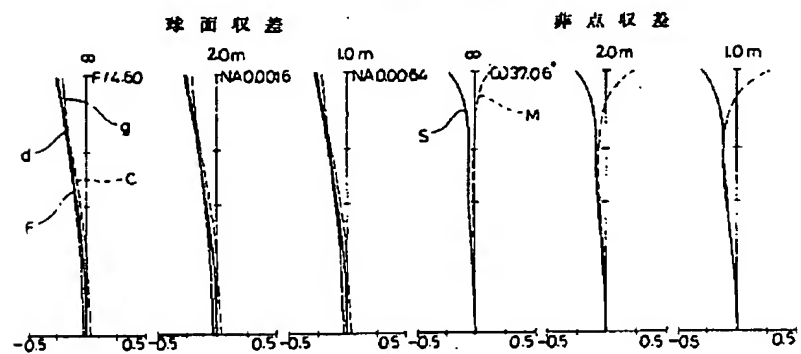
第 8 図



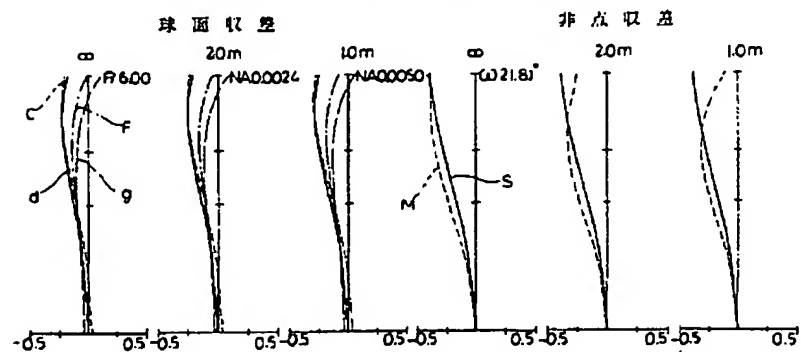
第 9 図



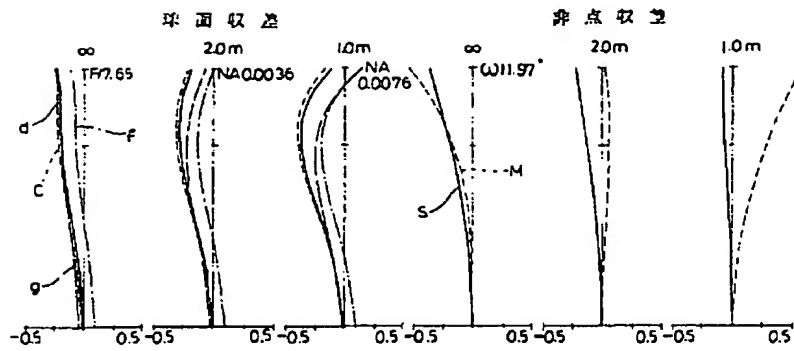
第10図



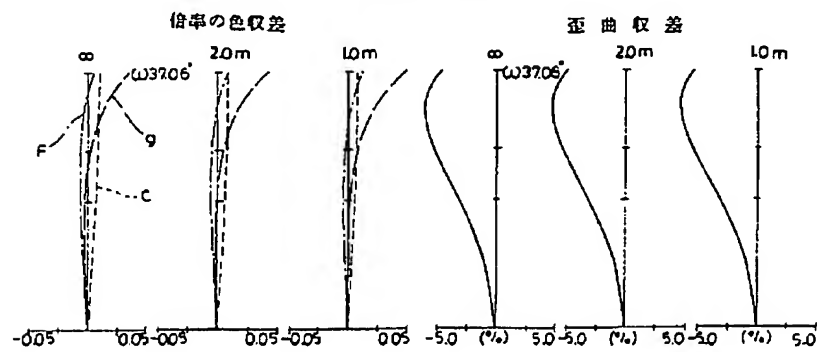
第11図



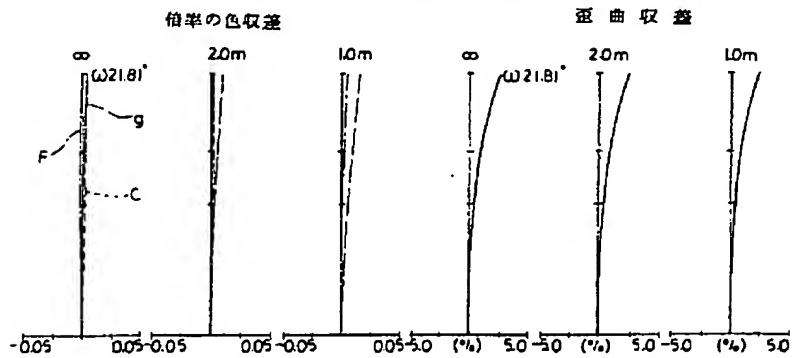
第12図



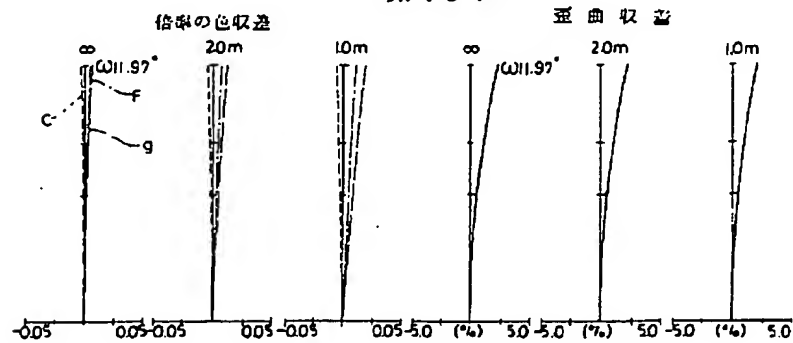
第13図



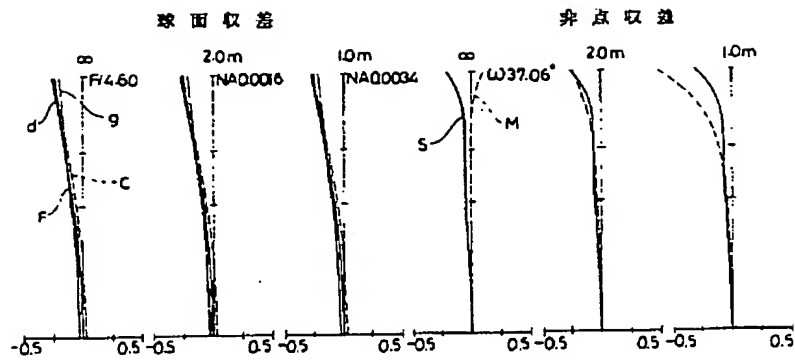
第14図



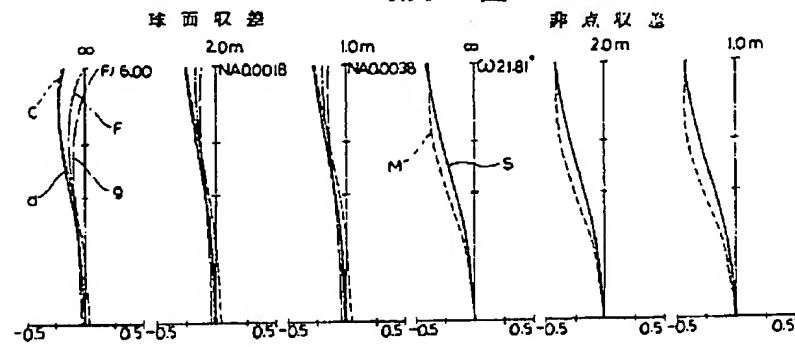
第15図



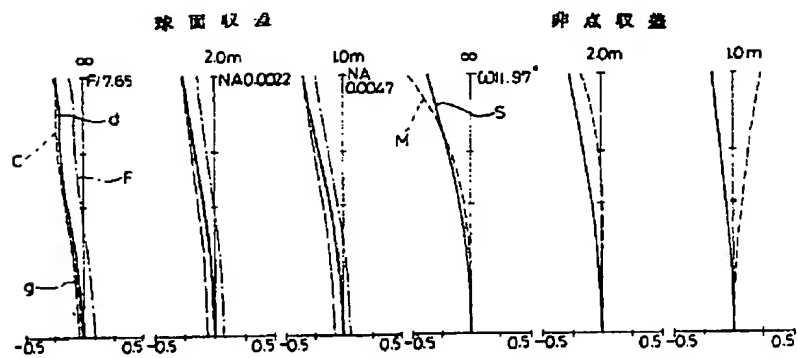
第16図



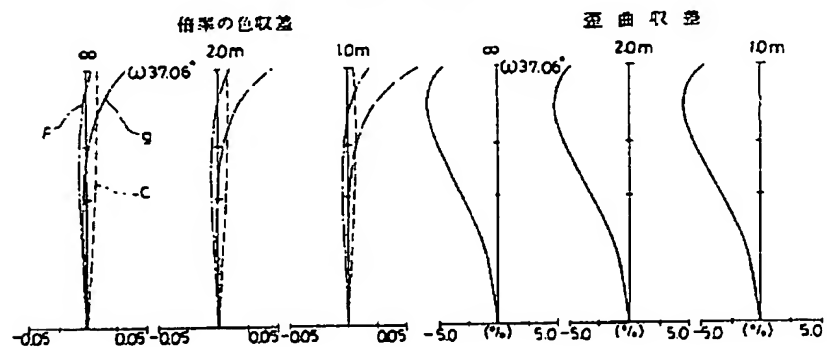
第17図



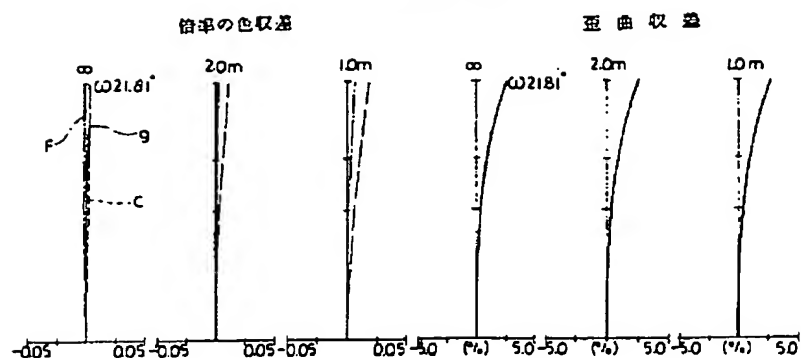
第18図



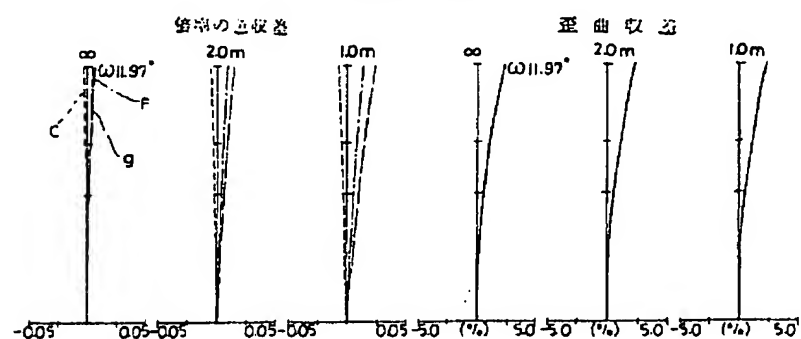
第19図



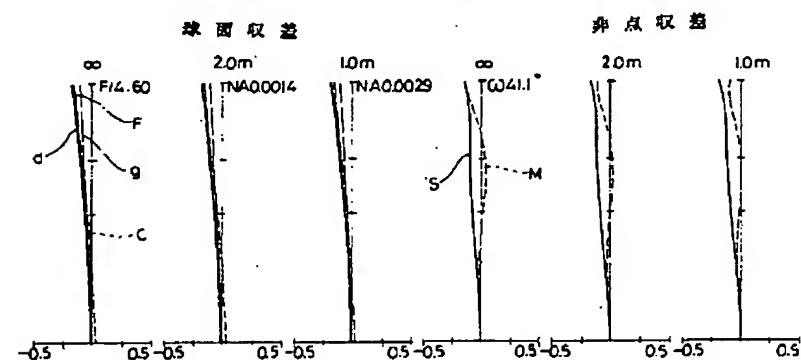
第20図



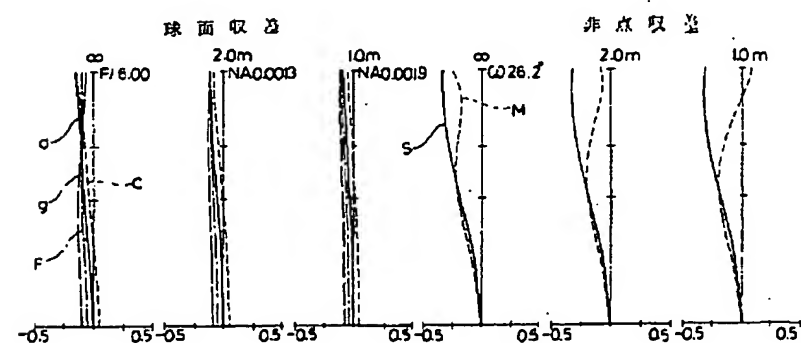
第21図



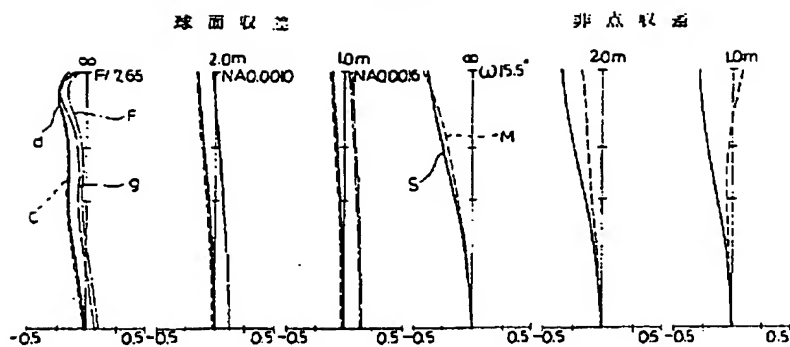
第22図



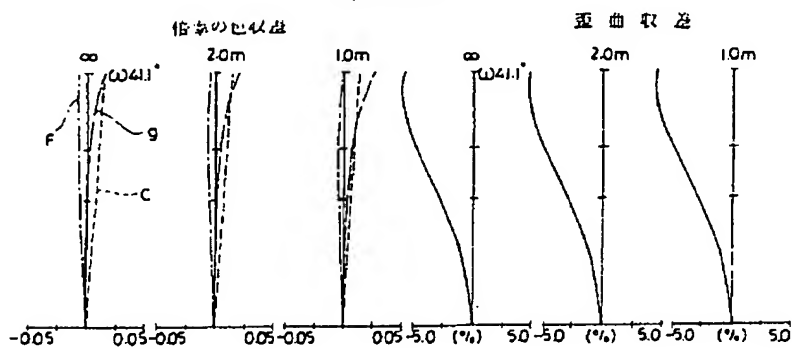
第23図



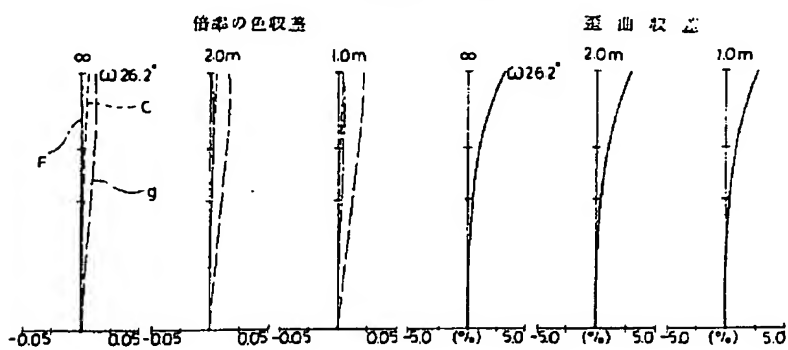
第24図



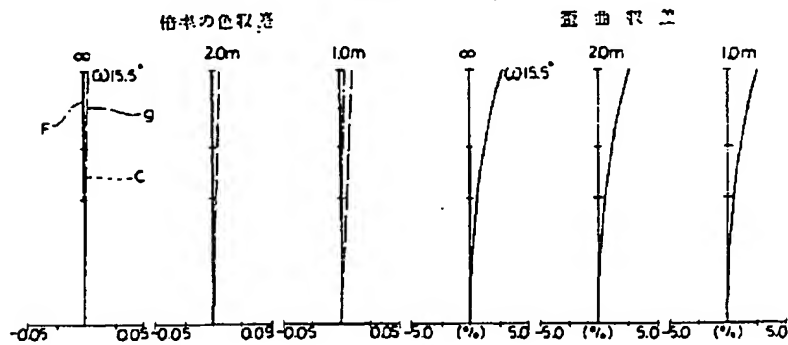
第25図



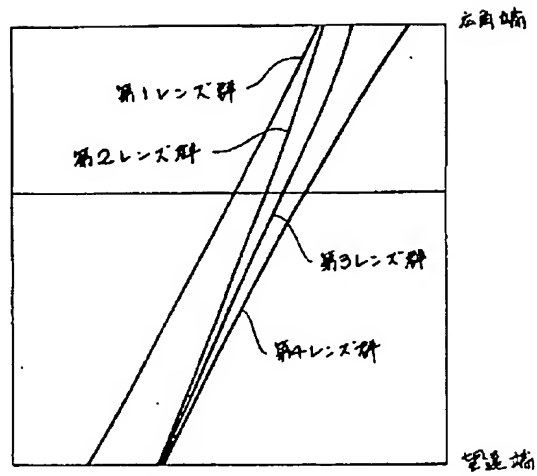
第26図



第27図



第28図



【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
 【部門区分】第6部門第2区分
 【発行日】平成10年(1998)10月9日

【公開番号】特開平3-249614
 【公開日】平成3年(1991)11月7日
 【年通号数】公開特許公報3-2497
 【出願番号】特願平2-45697
 【国際特許分類第6版】

G02B 15/20
 13/18

【F I】

G02B 15/20
 13/18

手続補正書

平成9年2月24日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示

特願平2-45697号

2. 発明の名称

ズームレンズ

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

東京都渋谷区幡ヶ谷二丁目43番2号

(037) オリンパス光学工業株式会社

代表者 岸本 正壽

4. 代理人

東京都港区虎ノ門2-5-2

電話 東京 (3580) 5641

(7588) 弁護士 岡 寛 二

5. 補正命令の日付

自発

6. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲および発明の詳細な説明の欄

7. 補正の内容

- (1) 特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。
- (2) 明細書2頁1行の「撮像」を「撮影」に訂正する。
- (3) 明細書3頁下から3行の「主軸距離」を「至近距離」に訂正する。
- (4) 明細書3頁本行の「フォーカシングに光学性能が劣化する欠点」を「フォーカシングによる収差変動が大きいという欠点」に訂正する。
- (5) 明細書5頁下から3行および2行の「の間隔」を「の主点間隔」に訂正する。

(6) 明細書6頁下から4行の「のための移動量」を「のためのレンズ群の移動量」に訂正する。

(7) 明細書7頁下から3行の「のため変化」を「のために変化」に訂正する。

(8) 明細書9頁1行および2行の「群間隔」を「主点間隔」に訂正する。

(9) 明細書9頁1行の「e₁₁₁」を「e₁₁₁」に訂正する。

(10) 明細書9頁下から2行の「第3レンズ群、第4レンズ群」を「第3レンズ群」に訂正する。

(11) 明細書11頁4行の「2ω=」を「2ω=90.13°〜66.73°」に訂正する。

(12) 明細書14頁下から6行の「2ω=」を「2ω=74.11°〜23.95°」に訂正する。

(13) 明細書18頁9行の「2ω=」を「2ω=82.2°〜31°」に訂正する。

(14) 明細書26頁10行の「ベッツパル和」を「3次の歪曲収差係数、ベッツパル和」に訂正する。

(15) 明細書28頁16行の「変化量ΔSA」を「変化量、ΔSA」に訂正する。

(16) 明細書27頁10行乃至11行の「2mmおよび0.5mm」を「2mmおよび0.5m」に訂正する。

(17) 明細書28頁14行の「第12図々々」を「第12図は々々」に訂正する。

(18) 明細書29頁下から3行の「像性能」を「結像性能」に訂正する。

特許請求の範囲

(1) 物体側より順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、正もしくは負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群と、負の屈折力を有する第4レンズ群とより構成され、広角域から望遠域への変換に際し広角域と望遠域とを比較した場合に、各レンズ群が物体側に移動していると共に、第1レンズ群と第2レンズ群との間隔が増大し、第2レンズ群と第3レンズ群との間隔及び第3レンズ群と第4レンズ群との間隔が夫々減少している様に光軸上を移動し、更に、無限遠物点から近距離物点へのフォーカシングに際して、第1レンズ群および第4レンズ群を固定し第2レンズ群と第3レンズ群の少なくとも一方の屈折力を物体側に移動させる、又は第1レンズ群乃至第3レンズ群を固定し第4レンズ群を像側に移動させるように構成したことを特徴とするズームレンズ。

(2) 前記第1レンズ群乃至第3レンズ群を固定し第4レンズ群を像側に移動させることによってフォーカシングを行なう請求項1のズームレンズにおいて、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$f_{12} > 0$$

$$f_{34} < 0$$

$$\text{ただし、} f_{12} = f_1(1 - e_1' \times f_2) +$$

$$(1 - e_1' \times f_2)(f_2 + f_3 - e_2' \times f_3 \times f_4)$$

で表わされ、 f_1 は第1レンズ群の屈折力、 f_2 は第2レンズ群の屈折力、 f_3 は第3レンズ群の屈折力、 f_4 は第4レンズ群の屈折力、 e_1' は第1レンズ群と第2レンズ群の間隔、 e_2' は第2レンズ群と第3レンズ群の間隔、 e_3' は第3レンズ群と第4レンズ群の間隔、 e_4' は第4レンズ群と無限遠物点の間隔である。

(3) 以下の条件を満足することを特徴とする請求項2のズームレンズ。

$$\beta_{2T} > |\beta_{2P}| \text{ かつ } \beta_{3T} > |\beta_{3P}|$$

ただし、 β_{2T} 、 β_{2P} 、 β_{3T} 、 β_{3P} は夫々望遠域における第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群が負担する倍率である。

(4) 前記第1レンズ群及び第4レンズ群を固定し第2レンズ群と第3レンズ群の少なくとも一方を物体側に移動させることによってフォーカシングを行なう請求項1のズームレンズにおいて、前記フォーカシング時に第2レンズ群と第3レンズ群とを一体に移動させることを特徴とするズームレンズ。

(5) 前記第1レンズ群および第4レンズ群を固定し第2レンズ群と第3レンズ群の少なくとも一方を物体側に移動させることによってフォーカシングを行なう請求項1のズームレンズにおいて、前記フォーカシング時に第2レンズ群又は第3レンズ群を移動させることを特徴とするズームレンズ。

(6) 前記請求項4又は5のズームレンズにおいて、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群との間に開口絞りを設けたことを特徴とするズームレンズ。